

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Kazuya Matsumoto	Examiner:	Unassigned
Serial No:	To be assigned	Art Unit:	Unassigned
Filed:	Herewith	Docket:	17508
For:	ELECTROMAGNETIC DRIVE TYPE ACTUATOR	Dated:	March 2, 2004

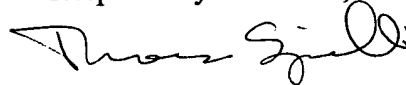
Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM OF PRIORITY

Sir:

Applicant in the above-identified application hereby claims the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. § 119 and in support thereof, herewith submits a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-100435 (JP2003-100435) filed April 3, 2003.

Respectfully submitted,



Thomas Spinelli
Registration No.: 39,533

Scully, Scott, Murphy & Presser
400 Garden City Plaza
Garden City, New York 11530
(516) 742-4343

TS:cm

CERTIFICATE OF MAILING BY "EXPRESS MAIL"

Express Mailing Label No.: EV244124534US

Date of Deposit: March 2, 2004

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Dated: March 2, 2004


Thomas Spinelli

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 3 日
Date of Application:

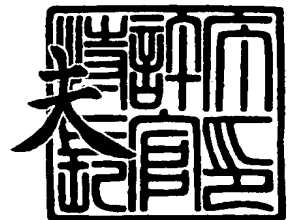
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 0 0 4 3 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 0 0 4 3 5]

出 願 人 オ リ ン パ ス 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 4 3 7 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00162

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/00

【発明の名称】 電磁駆動型アクチュエータ

【請求項の数】 8

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学
 工業株式会社内

 【氏名】 松本 一哉

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

 【識別番号】 100091351

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

 【識別番号】 100084618

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100952

【弁理士】

【氏名又は名称】 風間 鉄也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010297

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電磁駆動型アクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平面を有する可動板と、
可動板の周囲に位置する支持体と、
可動板と支持体とを連結している弾性変形可能な弾性部材と、
支持体と可動板と弾性部材を通して延びる電流を通す配線と、
可動板の周囲の空間に磁界を発生させる磁界発生手段とを有しており、
弾性部材は、可動板をその平面に直交する方向に沿って移動可能に支持しており、
磁界発生手段は可動板の平面に平行な方向を持つ磁界を発生させ、可動板は、
配線に流れる電流と磁界形成手段で形成された磁界との相互作用によって、その
平面に直交する方向に沿って移動される、電磁駆動型アクチュエータ。

【請求項 2】 弾性部材がメッシュ構造を有している、請求項 1 に記載の電
磁駆動型アクチュエータ。

【請求項 3】 弾性部材は複数の部分から成り、弾性部材の複数の部分は非
平行な二方向に沿って延びている、請求項 1 または請求項 2 に記載の電磁駆動型
アクチュエータ。

【請求項 4】 弾性部材の複数の部分が延びる非平行な二方向は互いに直交
している、請求項 3 に記載の電磁駆動型アクチュエータ。

【請求項 5】 磁界発生手段は、弾性部材の複数の部分が延びている互いに
直交する二方向に対して 45° の方向を持つ磁界を発生させる、請求項 4 に記載
の電磁駆動型アクチュエータ。

【請求項 6】 弾性部材は複数の部分から成り、それらは一方向に沿って延
びている、請求項 1 または請求項 2 に記載の電磁駆動型アクチュエータ。

【請求項 7】 磁界発生手段は、弾性部材の複数の部分が延びている一方向
に対して直交する方向を持つ磁界を発生させる、請求項 6 に記載の電磁駆動型ア
クチュエータ。

【請求項 8】 平面を有する可動板と、
可動板の周囲に位置する支持体と、

可動板と支持体とを連結している弾性変形可能な弾性部材と、
支持体と可動板と弾性部材を通して延びる電流を通す配線と、
可動板の周囲の空間に磁界を発生させる磁界発生手段とを有しており、
弾性部材は、可動板をその平面に対して直交する方向と平行な方向の両方に沿って移動可能に支持しており、磁界発生手段は可動板の平面に平行な方向を持つ第一の磁界と可動板の平面に直交する方向を持つ第二の磁界とを少なくとも選択的に発生させ、可動板は、配線に流れる電流と磁界形成手段で形成された磁界との相互作用によって、その平面に直交する方向と平行な方向の少なくとも一方に沿って移動される、電磁駆動型アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、変位可能な可動板を有するアクチュエータ、特に可動板をその平面に垂直に変位させるアクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】

特開 2001-42233 号公報は、静電駆動により可動板をその平面に垂直に変位させるアクチュエータを開示している。以下、このアクチュエータの構成について、図 17～図 18 を参照しながら説明する。

【0003】

従来例のアクチュエータは、図 17～図 18 に示されるように、半導体シリコン基板 501 と、半導体シリコン基板 501 に支持された可動電極板 502 と、半導体シリコン基板 501 に支持され可動電極板 502 に上側に位置する上側電極 503 と、可動電極板 502 に支持されたマイクロミラー 504 とを有している。

【0004】

半導体シリコン基板 501 は、n 型半導体シリコンから成り、下側電極を構成している。半導体シリコン基板 501 は、その中央部に凹陷部 511 を有しており、凹陷部 511 の周縁は、可動電極板 502 と上側電極 503 と支持する電極

支持枠 512 を構成している。凹陷部 511 は、可動電極板 502 が吸引進入する空間を提供している。

【0005】

可動電極板 502 は、ポリシリコンを材料として形成されている。可動電極板 502 は、一体的に形成されたフレクチュア部 521 とアンカー部 522 とを含んでおり、アンカー部 522 を介して半導体シリコン基板 501 に固定されている。

【0006】

上側電極 503 も、可動電極板 502 と同様に、ポリシリコンを材料として形成されている。上側電極 503 は、一体的に形成された上側電極アンカー部 531 と立ち上がり部 532 とを有し、上側電極アンカー部 531 を介して半導体シリコン基板 501 に固定されている。さらに、上側電極 503 は、その中央部に、マイクロミラー 504 が通るための貫通孔 533 を有している。

【0007】

マイクロミラー 504 は、可動電極板 502 の上面に直立して固定されている。マイクロミラー 504 の反射面は光の進入方向に対して例えば 45° 傾斜している。

【0008】

このアクチュエータは、可動電極板 502 と上側電極 503 の間または可動電極板 502 と下側電極すなわち半導体シリコン基板 501 の間に選択的に電圧が印加される。可動電極板 502 は、このような選択的電圧印加に応じて上下動する。これにより、マイクロミラー 504 が光路に対して挿入・退避することで、光スイッチのオン・オフ切り替えを行なう。

【0009】

【特許文献 1】

特開 2001-42233 号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

上述した静電駆動型アクチュエータは、静電駆動方式を採用しているため、駆

動印加電圧と可動板（可動電極板）の変位量との関係は非線形性を有する。このため、変位量の制御は、煩雑な駆動や信号処理を必要とする。

【0011】

また、静電駆動方式では、大変位時に、可動板と固定電極部の間でプルインによるスタックが生じることがある。このようなスタックの発生を避けるため、可動板と固定電極部は、静止時に、可動板の最大変位量の三倍前後の距離離れている必要がある。これは駆動効率を低下させる。このため、可動板の駆動に大きな駆動電圧を必要とする。

【0012】

本発明は、このような実状を考慮して成されたものであり、その目的は、変位量と駆動信号の関係が良好な線形性を有するアクチュエータを提供することである。本発明の目的は、さらに、駆動効率の低下を招くことなく、大変位を実現できるアクチュエータを提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は、電磁駆動型アクチュエータに向けられており、以下の各項に列記する電磁駆動型アクチュエータを含んでいる。

【0014】

1. 本発明の電磁駆動型アクチュエータは、平面を有する可動板と、可動板の周囲に位置する支持体と、可動板と支持体とを連結している弾性変形可能な弾性部材と、支持体と可動板と弾性部材を通して延びる電流を通す配線と、可動板の周囲の空間に磁界を発生させる磁界発生手段とを有しており、弾性部材は、可動板をその平面に直交する方向に沿って移動可能に支持しており、磁界発生手段は可動板の平面に平行な方向を持つ磁界を発生させ、可動板は、配線に流れる電流と磁界形成手段で形成された磁界との相互作用によって、その平面に直交する方向に沿って移動される。

【0015】

この電磁駆動型アクチュエータは、第一実施形態と第二実施形態に対応している。この電磁駆動型アクチュエータにおいては、磁界発生手段は、可動板の平面

に平行な方向を持つ磁界を発生させる。可動板は、その磁界中に位置し、弾性部材によってその平面に直交する方向に沿って移動可能に支持されている。可動板と弾性部材と支持体を通る配線には電流が供給される。配線を通る電流は、磁界と相互作用して、可動板の平面に直交する方向を持つローレンツ力を発生させる。可動板はローレンツ力を受けて、その平面に直交する方向に沿って移動される。このアクチュエータは電磁駆動を採用しているため、可動板は線形性良く変位し、静電駆動方式を採用した場合に発生し兼ねないプルイン現象は発生しない。

【0016】

2. 本発明の別の電磁駆動型アクチュエータは、第1項の電磁駆動型アクチュエータにおいて、弾性部材がメッシュ構造を有している。

【0017】

この電磁駆動型アクチュエータは、第一実施形態と第二実施形態に対応している。この電磁駆動型アクチュエータにおいては、弾性部材がメッシュ構造を有しているため、弾性部材は機械的に柔らかい。その結果、この電磁駆動型アクチュエータは高い駆動効率を有する。

【0018】

3. 本発明の別の電磁駆動型アクチュエータは、第1項と第2項の電磁駆動型アクチュエータにおいて、弾性部材は複数の部分から成り、弾性部材の複数の部分は非平行な二方向に沿って延びている。

【0019】

この電磁駆動型アクチュエータは、第一実施形態と第二実施形態に対応している。この電磁駆動型アクチュエータにおいては、可動板は、非平行な二方向に沿って延びている弾性部材の複数の部分によって支持されているため、平行性良く移動する。また、配線に通る電流を調整することにより、可動板の平行度を容易に補正することができる。

【0020】

4. 本発明の別の電磁駆動型アクチュエータは、第3項の電磁駆動型アクチュエータにおいて、弾性部材の複数の部分が延びる非平行な二方向は互いに直交し

ている。

【0021】

この電磁駆動型アクチュエータは、第一実施形態と第二実施形態に対応している。この電磁駆動型アクチュエータにおいては、弾性部材の複数の部分は直交する二方向に沿って延びているため、弾性部材は高い対称性を有する。これにより、可動板の動作時に駆動や制御などの操作性が簡便化できる。

【0022】

5. 本発明の別の電磁駆動型アクチュエータは、第4項の電磁駆動型アクチュエータにおいて、磁界発生手段は、弾性部材の複数の部分が延びている互いに直交する二方向に対して 45° の方向を持つ磁界を発生させる。

【0023】

この電磁駆動型アクチュエータは、第一実施形態と第二実施形態に対応している。この電磁駆動型アクチュエータにおいては、均等性良くローレンツ力が発生し、力の対称性が向上する。これにより、可動板の動作時に駆動や制御などの操作性が簡便化できる。

【0024】

6. 本発明の別の電磁駆動型アクチュエータは、第1項と第2項の電磁駆動型アクチュエータにおいて、弾性部材は複数の部分から成り、それらは一方向に沿って延びている。

【0025】

この電磁駆動型アクチュエータは、第一実施形態と第二実施形態に対応している。この電磁駆動型アクチュエータにおいては、弾性部材の構成が最も単純な形態となるので、作製の歩留り向上が期待できる。

【0026】

7. 本発明の別の電磁駆動型アクチュエータは、第6項の電磁駆動型アクチュエータにおいて、磁界発生手段は、弾性部材の複数の部分が延びている一方向に対して直交する方向を持つ磁界を発生させる。

【0027】

この電磁駆動型アクチュエータは、第一実施形態と第二実施形態に対応してい

る。この電磁駆動型アクチュエータにおいては、磁界の方向が配線の延びる方向と直交するため、最も効率の良い駆動を実現できる。

【0028】

8. 本発明の電磁駆動型アクチュエータは、平面を有する可動板と、可動板の周囲に位置する支持体と、可動板と支持体とを連結している弾性変形可能な弾性部材と、支持体と可動板と弾性部材を通して延びる電流を通す配線と、可動板の周囲の空間に磁界を発生させる磁界発生手段とを有しており、弾性部材は、可動板をその平面に対して直交する方向と平行な方向の両方に沿って移動可能に支持しており、磁界発生手段は可動板の平面に平行な方向を持つ第一の磁界と可動板の平面に直交する方向を持つ第二の磁界とを少なくとも選択的に発生させ、可動板は、配線に流れる電流と磁界形成手段で形成された磁界との相互作用によって、その平面に直交する方向と平行な方向の少なくとも一方に沿って移動される。

【0029】

この電磁駆動型アクチュエータは、第三実施形態に対応している。この電磁駆動型アクチュエータにおいては、可動板は、弾性部材によってその平面に対して直交する方向と平行な方向の二方向に沿って移動可能に支持されている。磁界発生手段は、可動板の平面に平行な方向を持つ第一の磁界と可動板の平面に直交する方向を持つ第二の磁界とを選択的にまたは同時に発生させる。可動板と弾性部材と支持体を通る配線には電流が供給される。配線に流れる電流は、磁界と相互作用して、可動板の平面に対して直交する方向と平行な方向の少なくとも一方の方向を持つローレンツ力を発生させる。可動板はローレンツ力を受けて、その平面に直交する方向と平行な方向の少なくとも一方の方向に沿って移動される。このアクチュエータは電磁駆動を採用しているため、可動板は線形性良く変位し、静電駆動方式を採用した場合に発生し兼ねないプルイン現象は発生しない。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。

【0031】

第一実施形態

図1は、本発明の第一実施形態の電磁駆動型アクチュエータの斜視図である。

【0032】

図1に示されるように、電磁駆動型アクチュエータ100は、変位可能な可動板112を含む可動板素子110と、可動板素子110の両側に配置された一对の永久磁石150とから構成されている。

【0033】

可動板素子110は、可動板112と、可動板112の周囲に位置する支持体すなわち支持枠114と、可動板112と支持枠114とを連結している弾性変形可能な八つのばね116とを有している。

【0034】

可動板素子110はマイクロマシン製法によって作製される。支持枠114と可動板112はシリコン基板をエッチング加工して形成される。ばね116は主にポリイミド膜で形成される。

【0035】

可動板112は、矩形の平板状の形態を有しており、平面112aを有している。可動板112の平面112aは、例えば、光学的に利用される面である。一例においては、可動板112の平面112aは、反射面として利用される。その場合、可動板112の平面112aには、アルミニウムや金などの光に対して高い反射率を有する金属薄膜が形成されるとよい。別の例においては、可動板112の平面112aには、光源や撮像素子などの光学素子が搭載される。

【0036】

以下では、説明のため、図1に示されるように、xyz座標系を設定する。つまり、xy平面が可動板112の平面112aと平行になるようにxyz座標系を設定する。

【0037】

八つのばね116は、可動板112と支持体とを連結している弾性変形可能な弾性部材を構成している。つまり、弾性部材は、x軸に沿って延びる四つのばね116と、y軸に沿って延びる四つのばね116とで構成されている。これらのばね116は、可動板112をその平面112aに直交する方向に沿って移動可

能に支持している。つまり、ばね 116 は、可動板 112 を z 軸に沿って移動可能に支持している。

【0038】

一对の永久磁石 150 は、可動板 112 の周囲の空間に磁界を発生させる磁界発生手段を構成している。磁界発生手段は永久磁石に限定されない。磁界発生手段は電磁石によって構成されてもよい。

【0039】

一对の永久磁石 150 は、図 3 に示されるように、可動板 112 の平面 112a すなわち xy 平面に平行な磁界 H、より詳しくは、x 軸と y 軸に対して 45° の方向を持つ磁界 H を発生させる。

【0040】

可動板素子 110 は更に、図 3 に模式的に示されるように、四つの配線群 126a と 126b と 126c と 126d を有している。配線群 126a ~ 126d は支持枠 114 と可動板 112 とばね 116 を通って延びている。つまり、配線群 126a ~ 126d は支持体（支持枠 114）と可動板 112 と弾性部材（ばね 116）を通して延びる電流を通す配線を構成している。

【0041】

二つの配線群 126a と 126b は共に y 軸に沿って延びており、二つの配線群 126c と 126d は共に x 軸に沿って延びている。従って、四つの配線群 126a ~ 126d は共に磁界 H に対して 45° の角度を成して延びている。図には示されていないが、配線群 126a と 126b と配線群 126c と 126d とは、それらの間に介在する絶縁層により互いに絶縁されている。

【0042】

ばね 116 は、図 2 に示されるように、メッシュ構造を有している。ばね 116 は、積層された二つのポリイミド薄膜 122 と 124 と、それらの間に位置する配線 126 とから構成されている。ポリイミド薄膜 122 と 124 はばね 116 の特性を主に決める。

【0043】

ばねの材料は、ポリイミドの他に、所望のばね強度に応じて、フッ素樹脂（旭

硝子社製 商品名サイトップ) やベンゾシクロブテン樹脂 (ダウケミカル社製 商品名サイクロテン) などの有機絶縁体、シリコン窒化膜などの無機絶縁体、シリコンなどの半導体材料、金属薄膜など、多様な材料が選択可能である。

【0044】

配線 126 は前述の配線群 126 a ~ 126 d を構成する要素である。配線 126 は、図示されていないが、支持枠 114 に設けられたパッドに電氣的に接続されており、パッドを介して外部に設置された駆動回路から電流が供給される。

【0045】

電磁駆動型アクチュエータ 100 は、例えば、図 3 に示される配線群 126 a と配線群 126 b に同じ大きさの電流を同じ向きに流すことにより駆動される。例えば、配線群 126 a と配線群 126 b に α から β の方向すなわち +y 方向に電流を流すと、配線群 126 a と配線群 126 b を流れる電流は共に、磁界 H との相互作用により、下向きすなわち -z 方向に同じ大きさのローレンツ力を発生させる。このため、可動板 112 は、下向きのローレンツ力を受けて、下方すなわち -z 方向に移動し、ばね 116 の復元力と釣り合う位置で静止する。つまり、可動板 112 が下方に変位する。

【0046】

これとは反対に、配線群 126 a と配線群 126 b に β から α の方向すなわち -y 方向に電流を流すと、可動板 112 は、上向きのローレンツ力を受けて、上方すなわち +z 方向に移動し、ばね 116 の復元力と釣り合う位置で静止する。つまり、可動板 112 が上方に変位する。

【0047】

磁界 H は、永久磁石 150 によって作り出されており、その方向と大きさは一定である。このため、可動板 112 が受けるローレンツ力の方向は、配線群 126 a と配線群 126 b に流れる電流の方向によって決まる。また、可動板 112 が受けるローレンツ力の大きさは、配線群 126 a と配線群 126 b に流れる電流の大きさによって決まる。

【0048】

従って、配線群 126 a と配線群 126 b に流す電流の方向を制御することに

より、可動板 112 の変位の方向を制御でき、配線群 126 a と配線群 126 b に流す電流の大きさを制御することにより、可動板 112 の変位の大きさを制御できる。

【0049】

つまり、配線群 126 a と配線群 126 b に流す電流の方向と大きさを制御することによって、可動板 112 を上下にすなわち z 軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0050】

さらに、ばね 116 の特性のばらつきや磁界 H の不均一さなどの理由により、可動板 112 に不所望な傾きが生じる場合には、配線群 126 a と配線群 126 b のそれぞれに流れる電流の大きさを变えることにより、可動板 112 の不所望な傾きを無くすることができる。これにより、可動板 112 の平面 112 a の方向を z 軸に平行な一定の方向に保ったまま、可動板 112 を上下にすなわち z 軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0051】

また、最初から配線群 126 a と配線群 126 b に異なる大きさの電流を同じ向きに流しておき、配線群 126 a と配線群 126 b に流れる電流の大きさを互に関連づけて変えることにより、可動板 112 の平面 112 a の方向を z 軸に対して傾斜した一定の方向に保ったまま、可動板 112 を上下にすなわち z 軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0052】

前述したように、磁界発生手段は電磁石で構成されてもよい。磁界発生手段が電磁石で構成されている場合、電磁石に流す電流の方向と大きさを变えることにより、発生させる磁界の方向と大きさを变えることができる。このため、配線群 126 a と配線群 126 b に一定の電流を流しておき、電磁石に流す電流の方向と大きさを变えることにより、可動板 112 を上下にすなわち z 軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0053】

このように、配線群 126 a と配線群 126 b に流れる電流によって可動板 1

12が移動される際、電流の流れない配線群126cと配線群126dは可動板112の移動に寄与しないが、配線群126cと配線群126dを含むばね116は可動板112の平面112aの方向を一定に保つのを助ける働きをする。

【0054】

これまで、配線群126aと配線群126bに同じ向きに同じ大きさの電流を流して可動板112を変位させる例について述べたが、配線群126cと配線群126dに同じ向きに同じ大きさの電流を流すことによっても全く同様にして可動板112を変位させることができる。

【0055】

さらに、電磁駆動型アクチュエータ100は、配線群126aと配線群126bに同じ向きに同じ大きさの電流を流すと共に、配線群126cと配線群126dに同じ向きに同じ大きさの電流を流すことによって駆動されてもよい。

【0056】

例えば、四つの配線群126a～126dが図4に示されるように互いに電氣的に接続され、配線群126aの端部Aと配線群126dの端部Bの間で電流が流されるようにする。この場合、配線群126a～126dに電流を流すための回路構成が簡単になる。

【0057】

しかし、より好ましくは、前述したように、可動板112の不所望な傾きを無くするためや、可動板112に意図的に傾斜を与えるために、四つの配線群126a～126dに流れる電流の大きさを変えられるとよい。

【0058】

四つの配線群126a～126dの全てに電流を流して駆動する手法は、同じ大きさの電流を二つの平行な配線群に流して駆動する手法に比べて、可動板112をより大きく変位させることができる。

【0059】

本実施形態の電磁駆動アクチュエータは電磁駆動方式を採用しているため、可動板の変位量と駆動電流の関係は良好な線形性を有する。このため、変位量の制御は、簡便な駆動方法や信号処理によっても、良好に行なえる。静電駆動方式で

はないので、当然、スタック現象も起きない。従って、可動板を大きく変位させることで、不所望な駆動効率の低下が引き起こされることもない。

【0060】

本実施形態の各種要素は様々な変形や変更が施されてもよい。

【0061】

例えば、図1に示される可動板素子110では、可動板112と支持体（支持枠114）とを連結している弾性部材は、x軸に沿って延びる四つのばね116とy軸に沿って延びる四つのばね116の計八つのばね116で構成されているが、図5に示されるように、x軸に沿って延びる二つの幅広のばね132とy軸に沿って延びる二つの幅広のばね132の計四つのばね132で構成されてもよい。また、弾性部材は、図6に示されるように、可動板112と支持枠114の間の空間全体に広がる一つのばね134で構成されてもよい。このような形態のばね132やばね134は、図1に示される形態のばね116ではばね強度が不足する場合に、ばね強度を補うのに有効である。

【0062】

また、電磁駆動型アクチュエータ100では、支持体（支持枠114）と可動板112と弾性部材（ばね116）を通して延びる電流を通す配線は、図3に示されるように、四つの配線群126a～126dで構成されているが、例えば図7に示されるように、一本の軸すなわちy軸に沿って延びる二つの配線群126aと126bだけで構成されてもよい。

【0063】

この変形例においても、本実施形態と同様に、配線群126aと126bに流す電流の方向と大きさを制御することにより、可動板112を上下にすなわちz軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。また、磁界発生手段は、配線群126aと126bに直交する方向すなわちx軸に平行な方向を持つ磁界を発生させるとよい。これにより、駆動効率は $2^{1/2}$ 倍に向上される。

【0064】

この変形例においては、x軸に沿って延びるばねは配線を含まない分、図3に対応する配線を含むばねよりも柔らかい。その分、同じ大きさの電流で可動板1

12を大きく変位させることができる。また、x軸に沿って延びるばねは、省かれてもよい。すなわち、可動板112と支持枠114とを連結している弾性部材は、一本の軸すなわちy軸に沿って延びる複数のばねで構成されてもよい。

【0065】

また、配線は、図8に示されるように、一本の軸すなわちy軸に沿って延びる一つの配線群126aだけで構成されてもよい。これに応じて、この変形例では、可動板素子110の弾性部材は、図5または図6に示される形態のばねで構成される。

【0066】

この変形例においても、配線群126aに流す電流の方向と大きさを制御することにより、可動板112を上下にすなわちz軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。また、磁界発生手段は、配線群126aと126bに直交する方向すなわちx軸に平行な方向を持つ磁界を発生させるとよい。これにより、駆動効率は2^{1/2}倍に向上される。

【0067】

この変形例においては、x軸に沿って延びるばねは配線を含まない分、図3に対応する配線を含むばねよりも柔らかい。その分、同じ大きさの電流で可動板112を大きく変位させることができる。また、x軸に沿って延びるばねは、省かれてもよい。すなわち、可動板112と支持枠114とを連結している弾性部材は、一本の軸すなわちy軸に沿って延びる複数のばねで構成されてもよい。

【0068】

本実施形態の電磁駆動型アクチュエータは、直流電流によって（すなわちDCモード）で駆動しても、交流電流によって（すなわちACモード）で駆動してもよい。特にACモードで駆動する場合は、可動板の上下の動作周波数に一致したばねの上下共振モードをばね材料やばね寸法の設定により一致させるとよい。これにより、駆動効率の向上、言い換えれば、消費電力の削減が実現できる。

【0069】

第二実施形態

図9は、本発明の第二実施形態の電磁駆動型アクチュエータの斜視図である。

図9において、図1中の部材と同一の参照符号で指示された部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。

【0070】

図9に示されるように、電磁駆動型アクチュエータ100Aは、変位可能な可動板112を含む可動板素子140と、可動板素子140の両側に配置された一対の永久磁石150とから構成されている。

【0071】

可動板素子140は、可動板112と、可動板112の周囲に位置する支持枠114と、可動板112と支持枠114とを連結している弾性変形可能な四つのばね146とを有している。

【0072】

四つのばね146は、可動板112と支持体（支持枠114）とを連結している弾性変形可能な弾性部材を構成している。弾性部材は、x軸に非平行な一本の軸に沿って延びる二つのばね146と、x軸に非平行な別の一本の軸に沿って延びる二つのばね146で構成されている。より詳しくは、弾性部材は、x軸に対して $+45^\circ$ の角度を成す方向に沿って延びる二つのばね146と、x軸に対して -45° の角度を成す方向に沿って延びる二つのばね146で構成されている。

【0073】

これらのばね146は、可動板112をその平面112aに直交する方向に沿って移動可能に支持している。つまり、ばね146は、可動板112をz軸に沿って移動可能に支持している。

【0074】

一対の永久磁石150は、x軸に沿って間隔を置いて配置されており、図10に示されるように、x軸に平行な方向を持つ磁界Hを発生させる。

【0075】

可動板素子140は更に、図10に模式的に示されるように、二つの配線群128aと128bを有している。配線群128aと128bは支持枠114と可動板112とばね146を通過して延びている。つまり、配線群128aと128

bは支持体（支持枠114）と可動板112と弾性部材（ばね146）を通して延びる電流を通す配線を構成している。

【0076】

二つの配線群128aと128bは共に可動板112の対角方向に沿って延びている。より詳しくは、配線群128aは、x軸に対して -45° の角度を成す方向に沿って延びており、配線群128bは、x軸に対して $+45^\circ$ の角度を成す方向に沿って延びている。従って、配線群128aと128bは共に磁界Hに対して 45° の角度を成して延びている。

【0077】

電磁駆動型アクチュエータ100Aは、例えば、配線群128aに電流を流すことにより駆動される。例えば、配線群128aに α から β の方向に電流を流すと、可動板112は、下向きのローレンツ力を受けて、下方すなわち $-z$ 方向に移動し、ばね146の復元力と釣り合う位置で静止する。つまり、可動板112が下方に変位する。

【0078】

これとは反対に、配線群128aに β から α の方向に電流を流すと、可動板112は、上向きのローレンツ力を受けて、上方すなわち $+z$ 方向に移動し、ばね146の復元力と釣り合う位置で静止する。つまり、可動板112が上方に変位する。

【0079】

第一実施形態と同じ理由により、可動板112が受けるローレンツ力の方向と大きさは、配線群128aに流れる電流の向きと大きさによって決まる。従って、配線群128aに流す電流の向きと大きさを制御することにより、可動板112の平面112aの方向をz軸に平行な一定の方向に保ったまま、可動板112を上下にすなわちz軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0080】

磁界発生手段は、永久磁石で構成される代わりに、電磁石で構成されてもよい。磁界発生手段が電磁石で構成されている場合、電磁石に流す電流の方向と大きさを変えることにより、発生させる磁界の方向と大きさを変えることができる。

このため、配線群 128a に一定の電流を流しておき、電磁石に流す電流の方向と大きさを変えることにより、可動板 112 を上下にすなわち z 軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0081】

このように、配線群 128a に流れる電流によって可動板 112 が移動される際、電流の流れない配線群 128b を含むばね 146 は可動板 112 の平面 112a の方向を一定に保つのを助ける働きをする。

【0082】

これまで、配線群 128a に電流を流して可動板 112 を変位させる例について述べたが、配線群 128b に電流を流すことによっても全く同様にして可動板 112 を変位させることができる。

【0083】

さらに、電磁駆動型アクチュエータ 100A は、配線群 128a と配線群 128b の両方に電流を流すことによって駆動されてもよい。その際、勿論、電流は、配線群 128a を流れる電流が受けるローレンツ力の方向と配線群 128b を流れる電流が受けるローレンツ力の方向が揃う向きで流される。

【0084】

本実施形態の電磁駆動アクチュエータは電磁駆動方式を採用しているため、可動板の変位量と駆動電流の関係は良好な線形性を有する。このため、変位量の制御は、簡便な駆動方法や信号処理によっても、良好に行なえる。静電駆動方式ではないので、当然、スタック現象も起きない。従って、可動板を大きく変位させることで、不所望な駆動効率の低下が引き起こされることもない。

【0085】

本実施形態では、配線群 128a と配線群 128b が可動板 112 の対角方向に延びているため、第 1 実施形態と比較して、ばね内の配線の長さが同じ場合に、可動板素子の寸法が小さくなる。

【0086】

本実施形態の各種要素は様々な変形や変更が施されてもよい。

【0087】

例えば、支持体（支持枠 114）と可動板 112 と弾性部材（ばね 146）を
通って延びる電流を通す配線は、図 11 に示されるように、一本の軸すなわち α
から β の方向に沿って延びる一つの配線群 128a だけで構成されてもよい。

【0088】

この変形例においては、図 10 において配線群 128a に電流を流して駆動す
る場合と全く同様に駆動される。また、磁界発生手段は、配線群 128a に直交
する方向すなわち γ から δ の方向を持つ磁界を発生させるとよい。これにより、
駆動効率は $2\frac{1}{2}$ 倍に向上される。

【0089】

この変形例においては、 γ から δ の方向に沿って延びるばねは配線を含まない
分、図 10 に対応する配線を含むばねよりも柔らかい。その分、同じ大きさの電
流で可動板 112 を大きく変位させることができる。また、 γ から δ の方向に沿
って延びるばねは、省かれてもよい。すなわち、可動板 112 と支持枠 114 と
を連結している弾性部材は、一本の軸すなわち α から β の方向に沿って延びる二
つのばねで構成されてもよい。

【0090】

本実施形態の電磁駆動型アクチュエータは、直流電流によって（すなわち DC
モード）で駆動しても、交流電流によって（すなわち AC モード）で駆動しても
よい。特に AC モードで駆動する場合は、可動板の上下の動作周波数に一致した
ばねの上下共振モードをばね材料やばね寸法の設定により一致させるとよい。こ
れにより、駆動効率の向上、言い換えれば、消費電力の削減が実現できる。

【0091】

第三実施形態

図 12 は、本発明の第三実施形態の電磁駆動型アクチュエータにおける配線と
磁界の関係を模式的に示している。本実施形態の電磁駆動型アクチュエータは、
第一実施形態の電磁駆動型アクチュエータと比べて、磁界発生手段の構成におい
てのみ相違している。

【0092】

本実施形態の電磁駆動型アクチュエータは、第一実施形態で説明した可動板素

子と、二つの電磁石から成る磁界発生手段とから構成されている。図12に示されるように、一方の電磁石は、 x y 平面に平行な方向を持つ磁界H1を発生させ、他方の電磁石は、 z 軸に平行な方向を持つ磁界H2を発生させる。勿論、磁界H1と磁界H2は、それを発生させる電磁石に流す電流の方向を変えることにより、その方向を変えることができる。

【0093】

本実施形態の電磁駆動型アクチュエータにおいては、電磁石によって磁界H1を発生させた状態で、第一実施形態と全く同様に、例えば、配線群126aと配線群126bに同じ大きさの電流を同じ向きに流すことにより、可動板112を上下にすなわち z 軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0094】

さらに、本実施形態の電磁駆動型アクチュエータにおいては、電磁石によって磁界H2を発生させた状態で、四つの配線群126a～126dのいずれかに適当に電流を同じ向きに流すことにより、可動板112を x y 平面に平行に変位させることができる。

【0095】

例えば、磁界H2が発生した状態で、配線群126aと配線群126bに α から β の方向すなわち $+y$ 方向に電流を流すと、配線群126aと配線群126bを流れる電流は共に、磁界H2との相互作用により、 $+x$ 方向のローレンツ力を発生させる。このため、可動板112は、 $+x$ 方向のローレンツ力を受けて、 $+x$ 方向に移動し、ばね116の復元力と釣り合う位置で静止する。つまり、可動板112が $+x$ 方向に変位する。

【0096】

これとは反対に、配線群126aと配線群126bに β から α の方向すなわち $-y$ 方向に電流を流すと、可動板112は、 $-x$ 方向のローレンツ力を受けて、 $-x$ 方向に移動し、ばね116の復元力と釣り合う位置で静止する。つまり、可動板112が $-x$ 方向に変位する。

【0097】

可動板112が受けるローレンツ力の方向は、配線群126aと配線群126

bに流れる電流の向きによって決まる。また、可動板112が受けるローレンツ力の大きさは、配線群126aと配線群126bに流れる電流の大きさによって決まる。従って、配線群126aと配線群126bに流す電流の方向と大きさを制御することにより、可動板112をx軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0098】

また、磁界H2が発生した状態で、配線群126cと配線群126dに電流を流すと、同様の理由により、可動板112は、y軸に平行な方向のローレンツ力を受けて、y軸に沿って移動し、ばね116の復元力と釣り合う位置で静止する。つまり、可動板112がy軸に沿って変位する。可動板112が受けるローレンツ力の方向と大きさは、配線群126cと配線群126dに流れる電流の向きと大きさによって決まる。従って、配線群126cと配線群126dに流す電流の方向と大きさを制御することにより、可動板112をy軸に沿って所望の距離だけ変位させることができる。

【0099】

結局、本実施形態の電磁駆動型アクチュエータにおいては、電磁石によって磁界H2を発生させた状態で、四つの配線群126a～126dのうちの一つまたは複数の適当な配線群に電流をその方向と大きさを制御して流すことにより、可動板112をxy平面に平行に所望の距離だけ変位させることができる。

【0100】

さらには、本実施形態の電磁駆動型アクチュエータにおいては、電磁石によって磁界H1と磁界H2の両方を発生させた状態で、適当な配線群126a～126dに電流をその方向と大きさを制御して流すことにより、可動板112を任意の方向に所望の距離だけ変位させることができる。

【0101】

本実施形態の電磁駆動アクチュエータは電磁駆動方式を採用しているため、可動板の変位量と駆動電流の関係は良好な線形性を有する。このため、変位量の制御は、簡便な駆動方法や信号処理によっても、良好に行なえる。静電駆動方式ではないので、当然、スタック現象も起きない。従って、可動板を大きく変位させ

ることで、不所望な駆動効率の低下が引き起こされることもない。

【0102】

本実施形態の電磁駆動型アクチュエータは、直流電流によって（すなわちDCモード）で駆動しても、交流電流によって（すなわちACモード）で駆動してもよい。特にACモードで駆動する場合は、可動板の上下及び／又は並進（可動板平面に平行な方向への移動）の動作周波数に一致したばねの上下及び／又は並進の共振モードをばね材料やばね寸法の設定により一致させるとよい。これにより、駆動効率の向上、言い換えれば、消費電力の削減が実現できる。

【0103】

ビデオカメラへの応用例

第一実施形態～第三実施形態の電磁駆動型アクチュエータは、様々な用途への応用が可能である。例えば、可動板112に撮像素子を搭載することにより、撮像素子を撮像面に垂直な方向へ変位させる、例えばビデオカメラ用の新規な合焦機構を構成することも可能である。さらに、本実施形態の電磁駆動型アクチュエータは、可動板を振動板と見なして、スピーカやマイクロフォンに応用することも可能である。

【0104】

続いて、第一実施形態～第三実施形態の電磁駆動型アクチュエータのビデオカメラへの応用について説明する。以下では、まず、第一実施形態～第三実施形態の電磁駆動型アクチュエータのビデオカメラへの応用の説明に先立ち、従来例として、特開平5-48957号公報に開示されている、圧電型アクチュエータのビデオカメラへの応用例に説明する。

【0105】

図13は、従来例のビデオカメラの構成を概略的に示している。このビデオカメラのレンズ系は、被写体側から順に配列されたフォーカス・レンズ211とズーム・レンズ212と焦点位置補正レンズ213とリレー・レンズ（又は結像系レンズ）214とから成る四群レンズ構成を有している。これらのレンズ211～214を介して得られる光学像は、CCD等の撮像素子220に結像される。このビデオカメラでは、圧電アクチュエータ230により撮像素子220を光軸

に沿って移動させることにより合焦を行なっている。圧電アクチュエータ 230 は、アクチュエータ駆動回路 244 から供給される駆動信号に従って制御される。

【0106】

次に、圧電アクチュエータ 230 の具体的な構成例について、図 14 と図 15 を参照して説明する。圧電アクチュエータ 230 は、図 14 に示されるように、S 字駆動のバイモルフ素子 231 a ~ 231 f で構成されている。S 字駆動のバイモルフ素子は、通常の圧電バイモルフ素子を長手方向の中心を境に変位方向が逆位相となるように駆動するものである。

【0107】

例えば、S 字駆動のバイモルフ素子は、図 15 (a) に示されるように、シム材兼挟持電極 236 と、それを挟む二つの圧電体 235 a と 235 b、それらの外側面に設けられた電極 237 a ~ 237 d とで構成され、その自由端に変位取り出し部 238 とを有している。圧電体 235 a と 235 b は、長手方向に沿った中央を境にして、互いに逆方向に分極しており、電極 237 a ~ 237 d は、それぞれの分極の領域に対応して配置されている。

【0108】

図 14 に示される圧電アクチュエータ 230 においては、三枚の S 字駆動のバイモルフ素子 231 a, 231 b, 231 c は互いに両端が結合されており、同様に、三枚の S 字駆動のバイモルフ素子 231 d, 231 e, 231 f も互いに両端が結合されている。これらは互いに一方の端部がバイモルフ固定部材 233 b を介して結合されており、他方の端部はそれぞれバイモルフ固定部材 233 a とバイモルフ固定部材 233 c を介してフレキシブル・プリント基板 232 に搭載された撮像素子 220 と筐体等の固定部材に結合されている。

【0109】

このような構造により、三枚の S 字駆動のバイモルフ素子から成る構造体は、片持ちバイモルフと同じ形態で使用されることにより、変位拡大と機械的性質の向上が図られている。

【0110】

圧電アクチュエータ 230 は、このような構造体を二つ含んでおり、それらは、図 14 (a) に示されるように、互い違いに設置されている。これにより、機械的性質の向上が図られている。

【0111】

このような構成の圧電アクチュエータ 230 を撮像素子 220 の裏面に設置し、図 14 (b) と図 14 (c) に示されるように駆動すれば、合焦動作ができる。図 14 (b) は焦点距離が最小の状態（例えば 1 m）、図 14 (c) は焦点距離が無限大の状態を示している。

【0112】

図 13 に示したビデオカメラの構成において、圧電アクチュエータ 230 の代わりに第一実施形態～第三実施形態の電磁駆動型アクチュエータを配置し、その可動板 112 の平面 112 a に撮像素子 220 を搭載した構成を取ることで、従来例と同様に、撮像素子を光軸に沿って移動させて合焦動作を行なわせることができる。

【0113】

さらに、第三実施形態のアクチュエータを適用した場合には、合焦動作のために撮像素子を光軸に沿って移動させられるだけでなく、光軸に直交する方向にも撮像素子を移動させることができるため、画像の高解像度化が可能となる。より詳しくは、一つのフレームを複数のフィールドに分け、フィールド毎に撮像素子を光軸に直交する方向に移動させて画像データを取得し、それぞれのフィールドの画像データを組み合わせて一つのフレームを構成することにより、高解像度の画像を取得することができる。

【0114】

また、撮像素子の光軸に直交する方向への移動は、高解像度化に利用できるだけでなく、カメラの振動をアクチュエータにフィードバックして制御することにより、カメラの手ぶれ防止にも利用できる。

【0115】

これまで、図面を参照しながら本発明の実施の形態を述べたが、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲におい

て様々な変形や変更が施されてもよい。

【0116】

【発明の効果】

本発明によれば、電磁駆動方式を採用したことにより、変位量と駆動信号の関係が良好な線形性を有するアクチュエータが提供される。本発明のアクチュエータによれば、駆動効率の低下を招くことなく、大変位を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第一実施形態の電磁駆動型アクチュエータの斜視図である。

【図2】 図1に示されるばねを拡大して示す斜視図である。

【図3】 図1に示される電磁駆動型アクチュエータの配線パターンと磁界を模式的に示している。

【図4】 図3に示される四つの配線群に同じ電流を流すための結線パターンを示している。

【図5】 図1の可動板素子に代替可能な可動板素子の変形例を示している。

【図6】 図1の可動板素子に代替可能な可動板素子の別の変形例を示している。

【図7】 図3の配線パターンに代替可能な配線パターンの変形例を示している。

【図8】 図3の配線パターンに代替可能な配線パターンの別の変形例を示している。

【図9】 本発明の第二実施形態の電磁駆動型アクチュエータの斜視図である。

【図10】 図9に示される電磁駆動型アクチュエータの配線パターンと磁界を模式的に示している。

【図11】 図10の可動板素子に代替可能な可動板素子の変形例を示している。

【図12】 本発明の第三実施形態の電磁駆動型アクチュエータの配線パタ

ーンと磁界を模式的に示している。

【図 13】 従来例のビデオカメラの構成を概略的に示している。

【図 14】 図 13 に示される圧電アクチュエータの構成を具体的に示している。

【図 15】 図 14 の圧電アクチュエータに含まれる S 字駆動のバイモルフ素子を示している。

【図 16】 従来例のアクチュエータを上から見た図である。

【図 17】 図 16 の XVII-XVII 線に沿った従来例のアクチュエータの断面図である。

【図 18】 図 16 の XVIII-XVIII 線に沿った従来例のアクチュエータの断面図である。

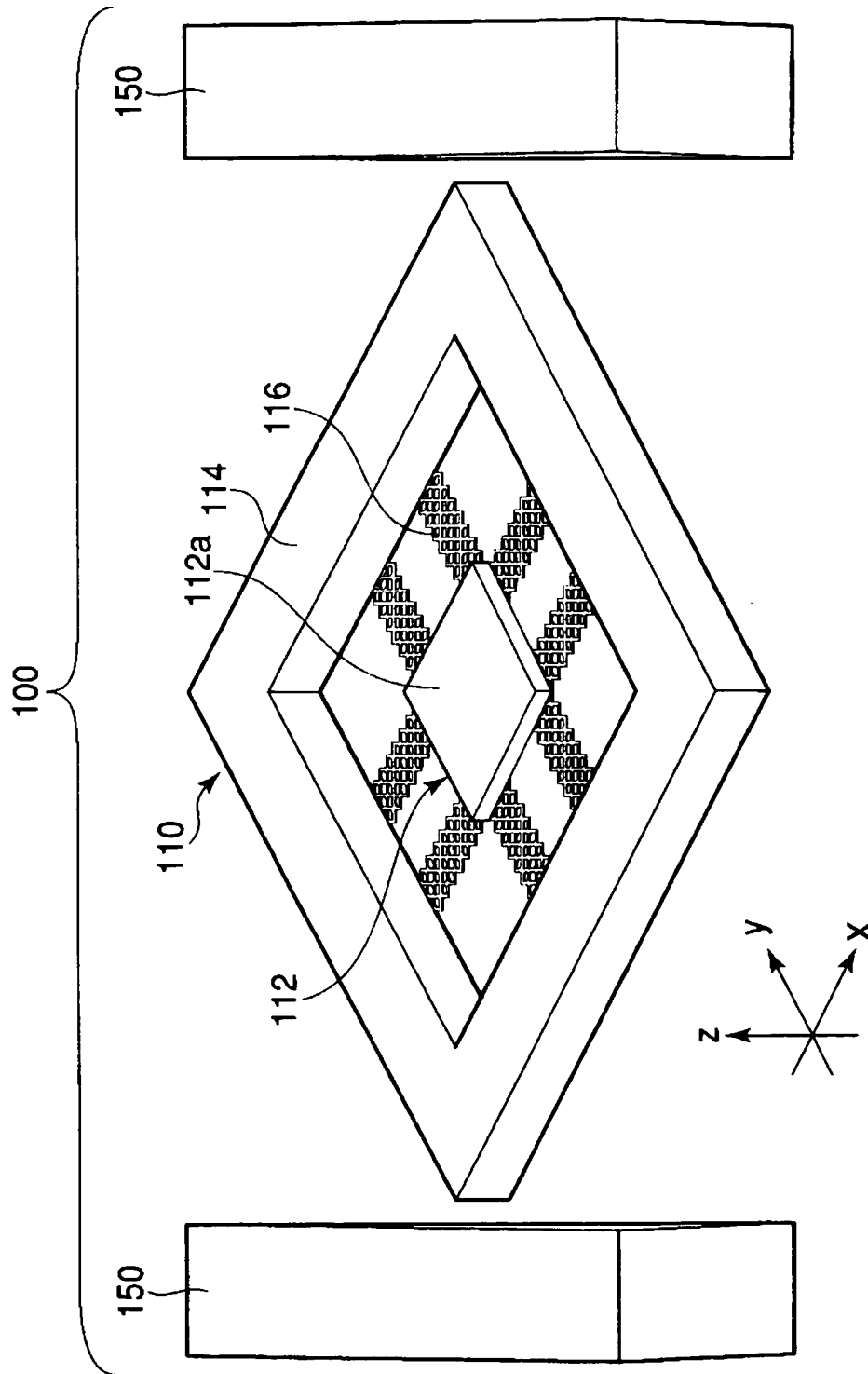
【符号の説明】

100…電磁駆動型アクチュエータ、100A…電磁駆動型アクチュエータ、110…可動板素子、112…可動板、112a…平面、114…支持枠、116…ばね、126a～126d…配線群、132…ばね、134…ばね、140…可動板素子、146…ばね、150…永久磁石。

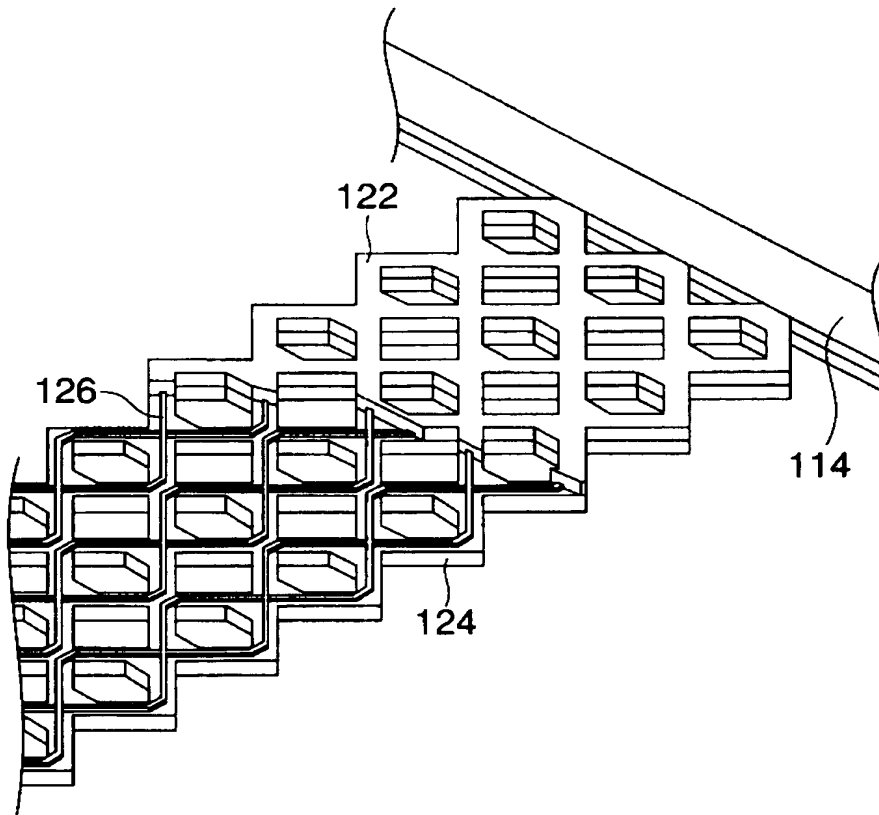
【書類名】

図面

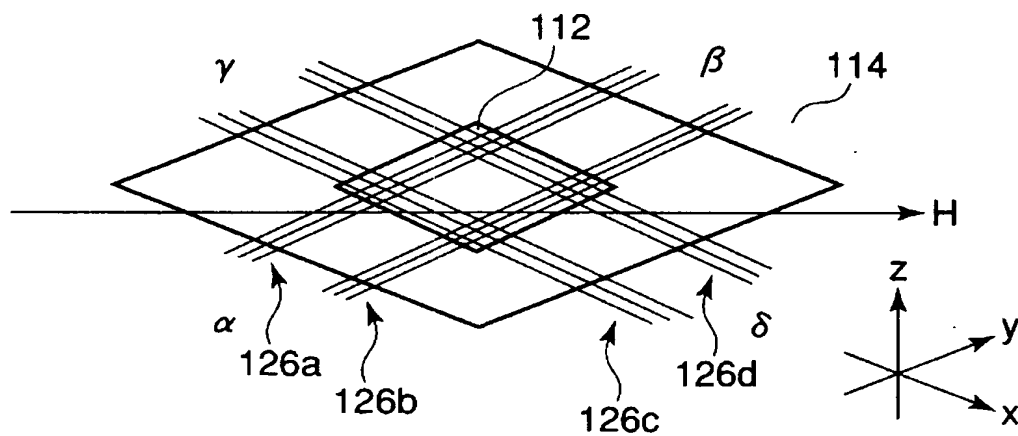
【図 1】



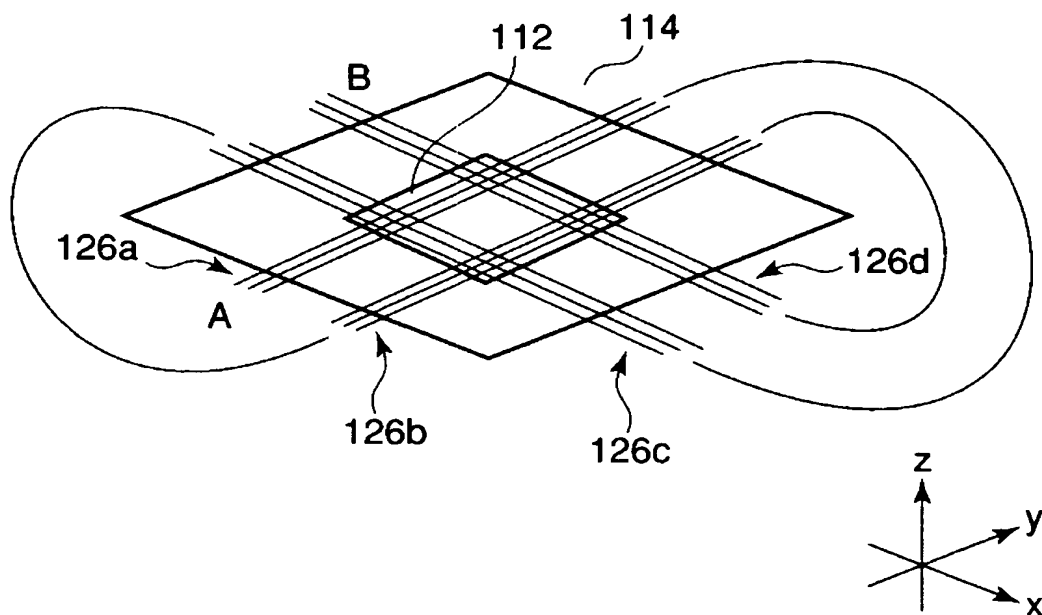
【図 2】



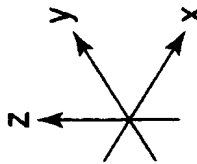
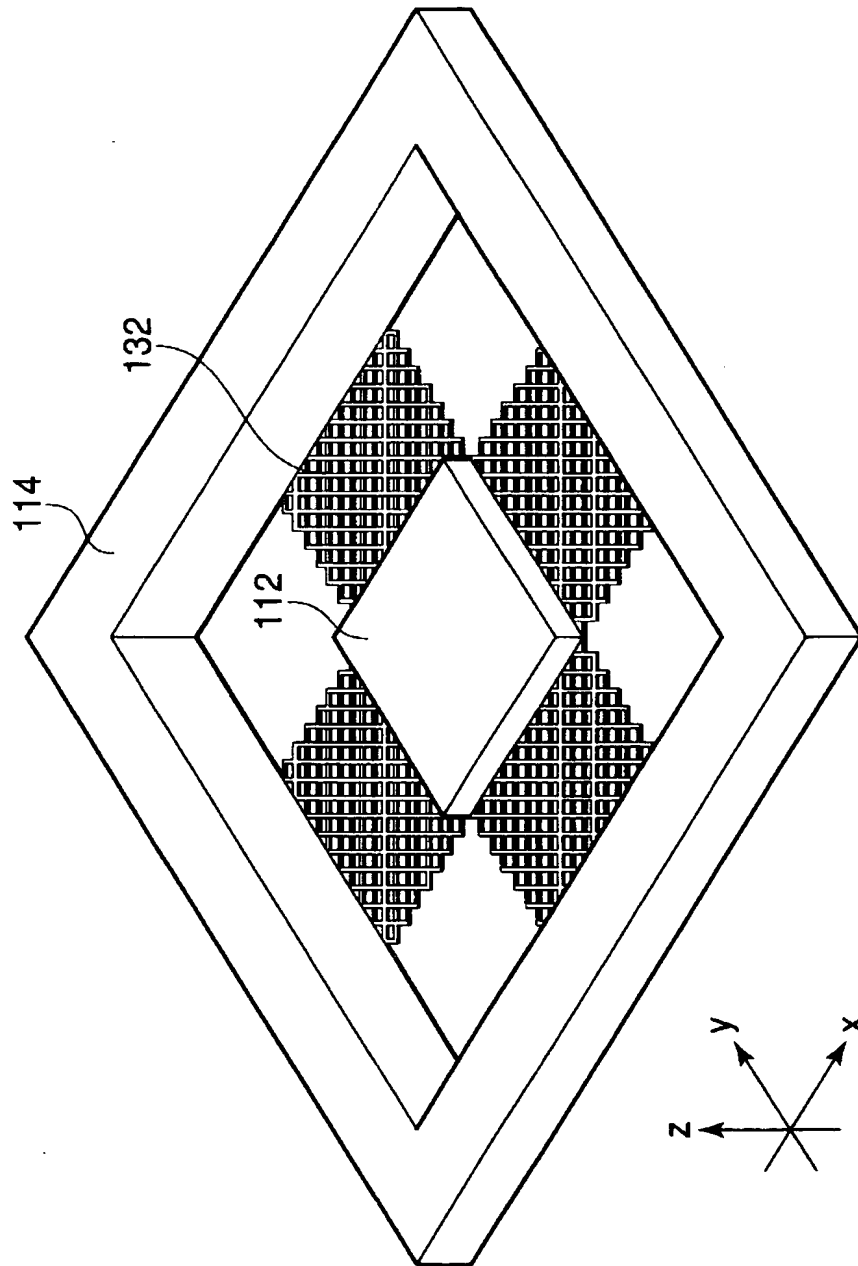
【図 3】



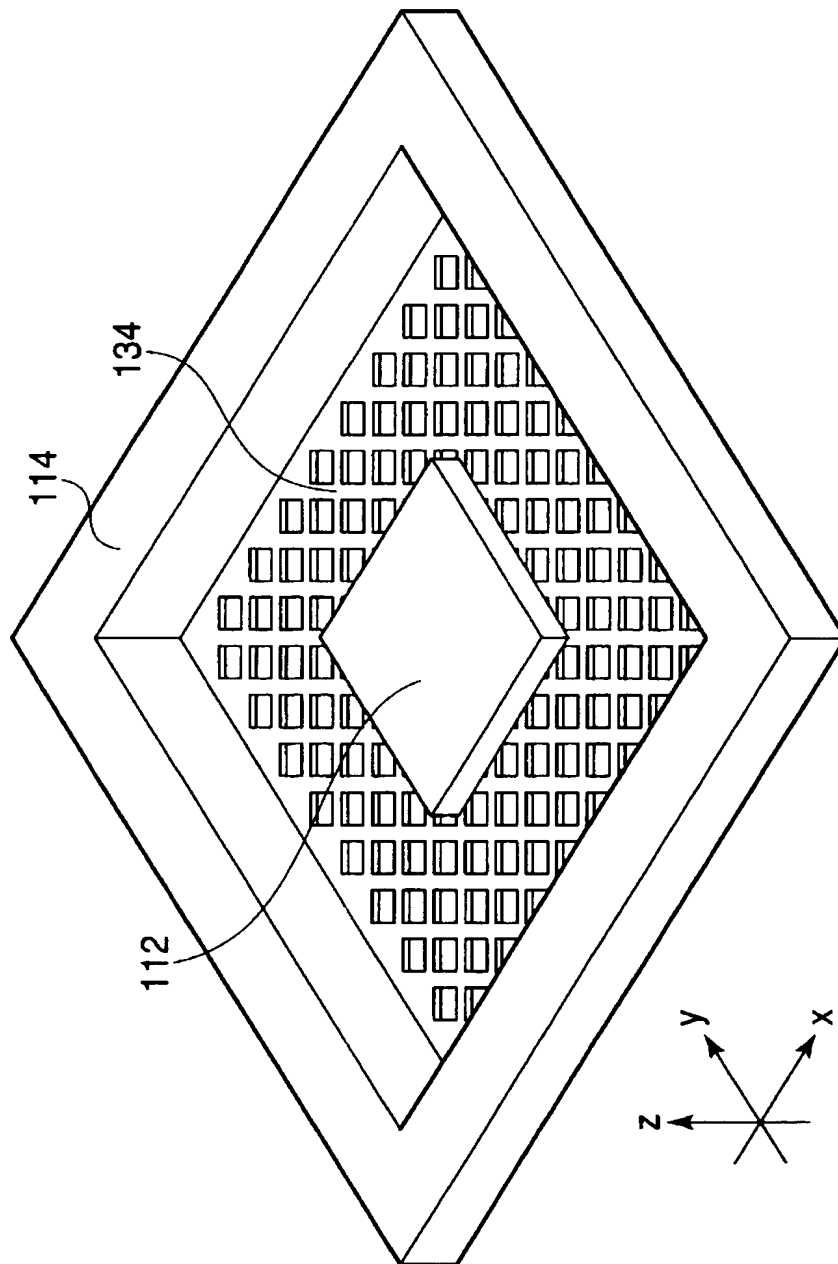
【図 4】



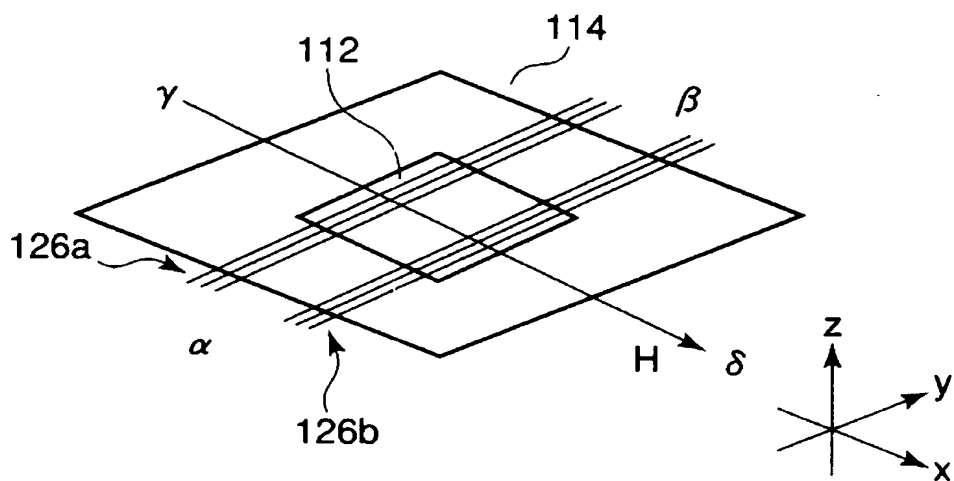
【図 5】



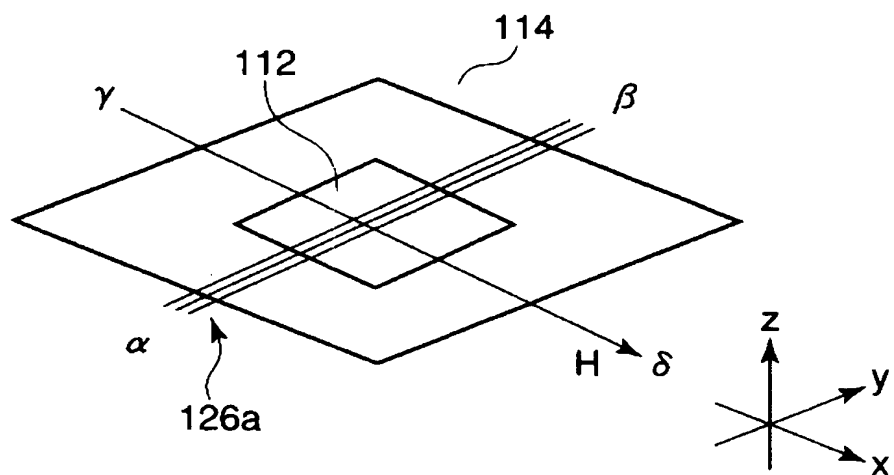
【図 6】



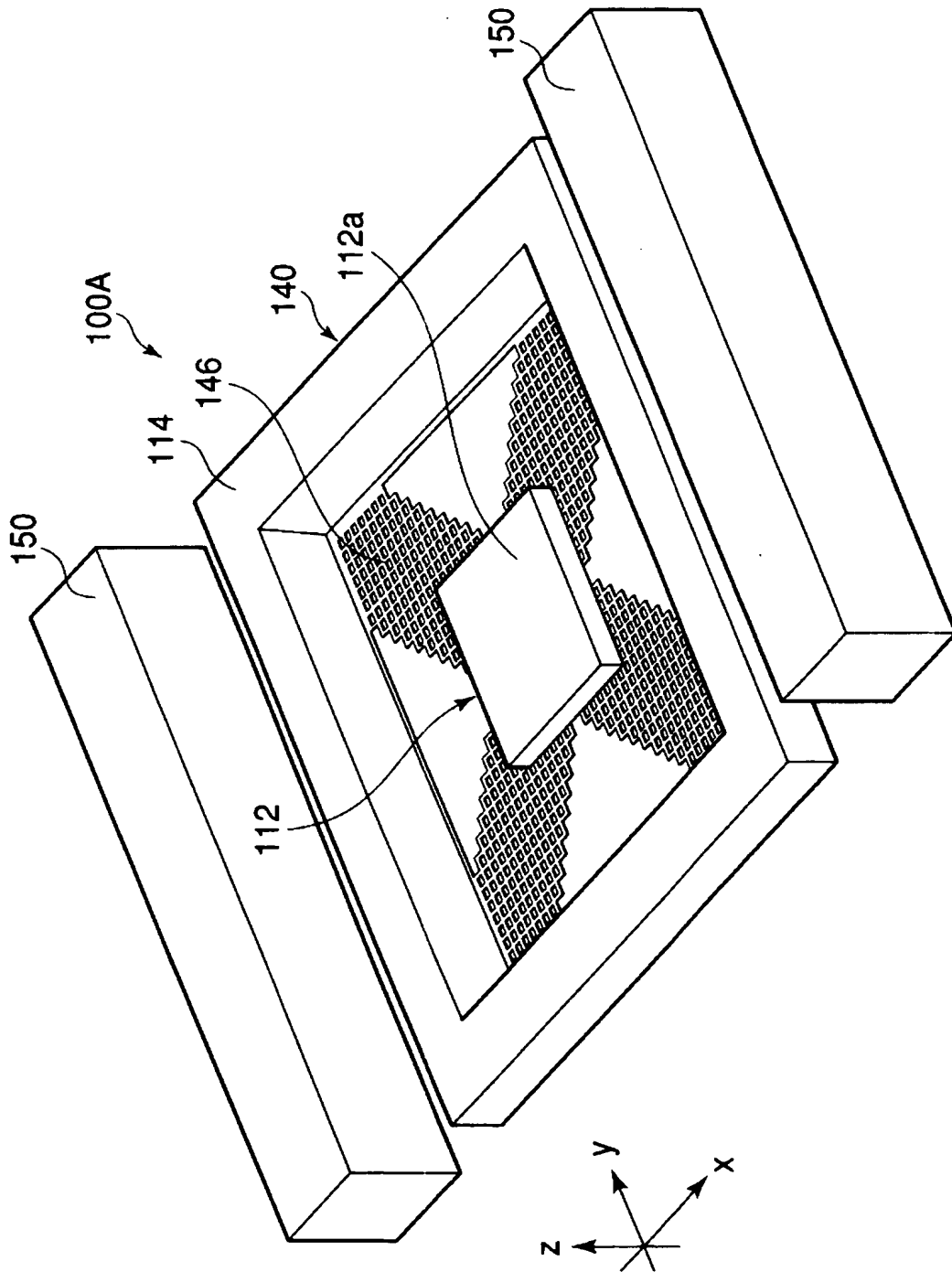
【図 7】



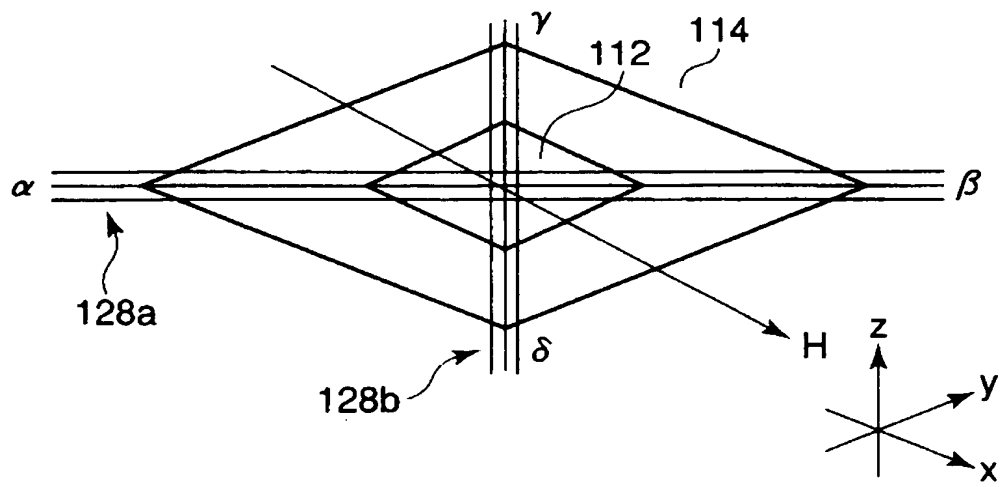
【図 8】



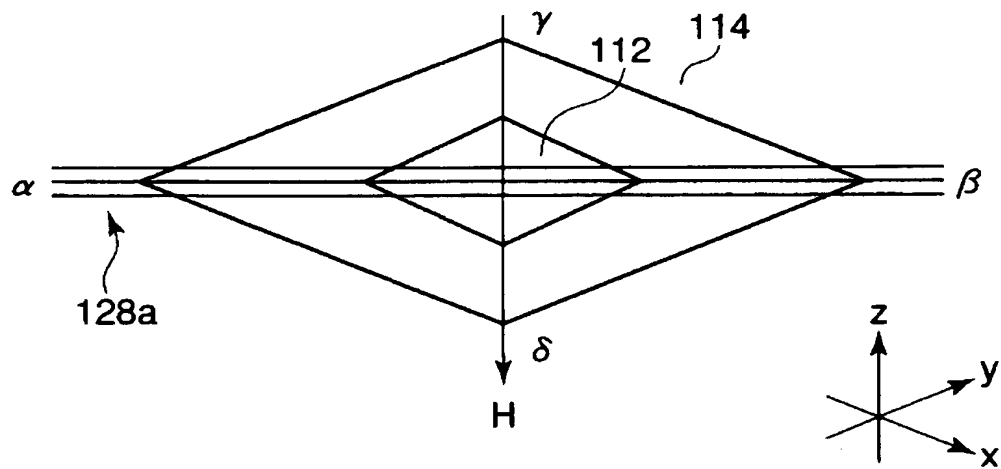
【図 9】



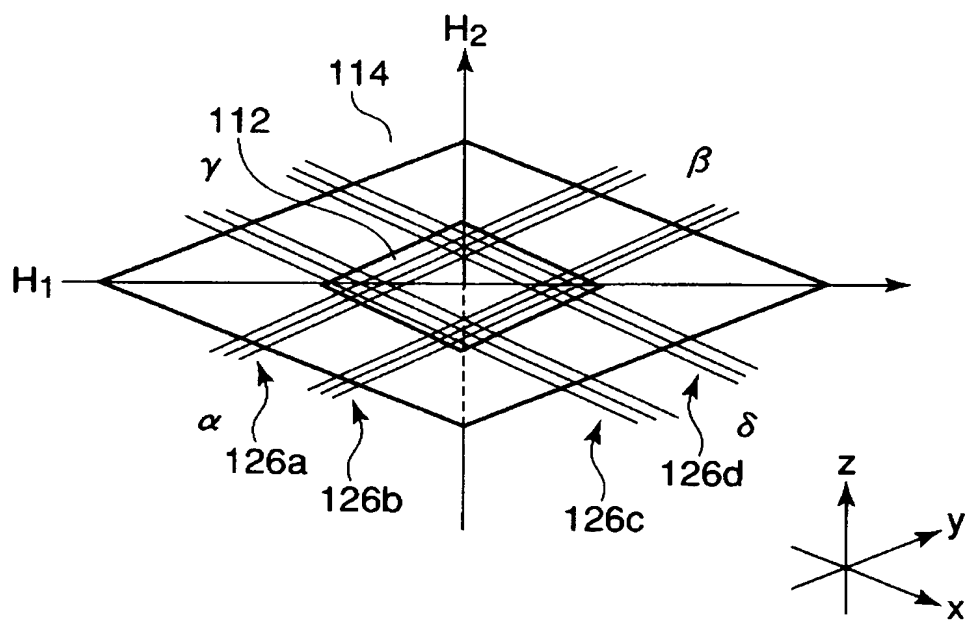
【図 10】



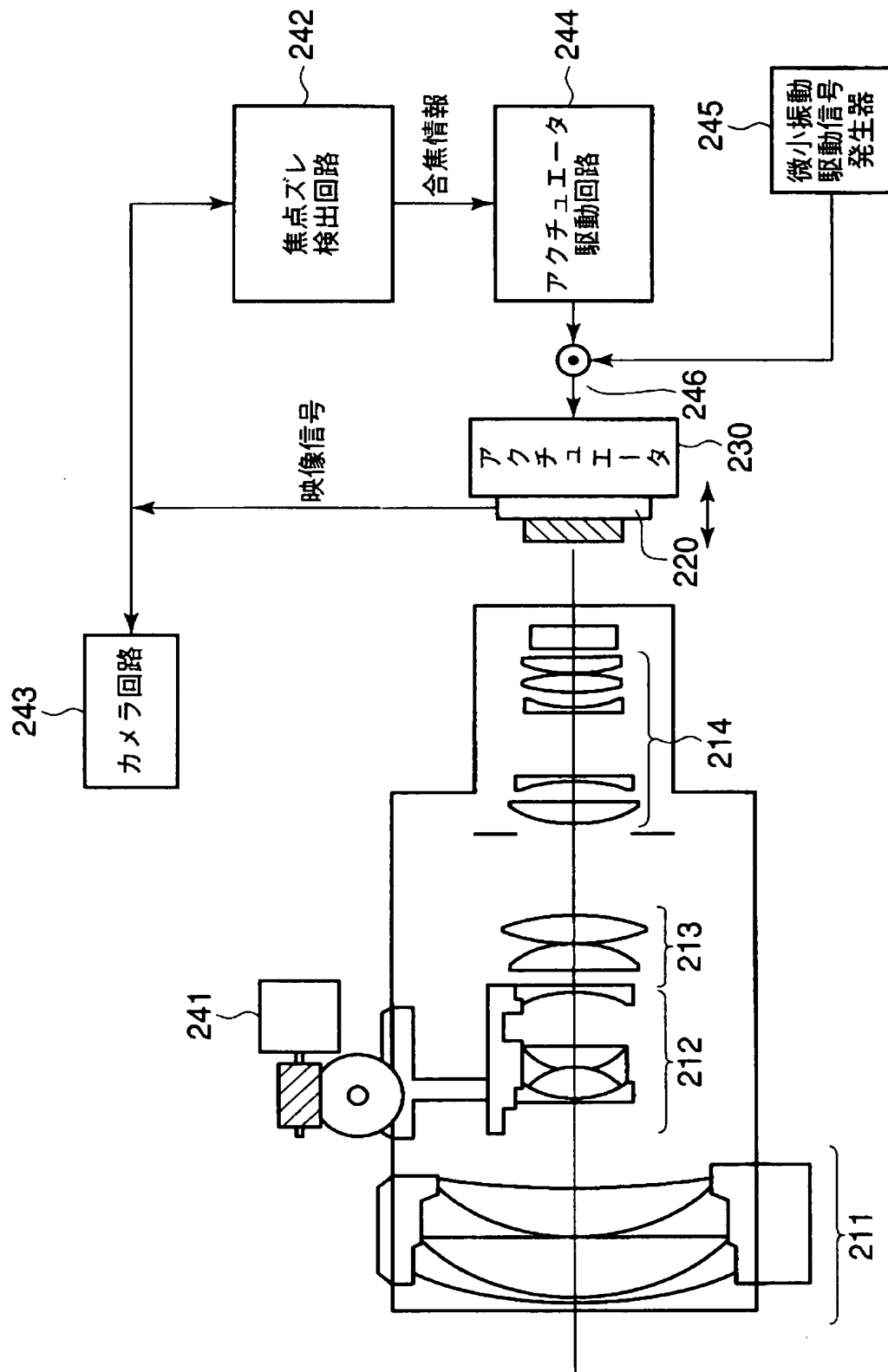
【図 11】



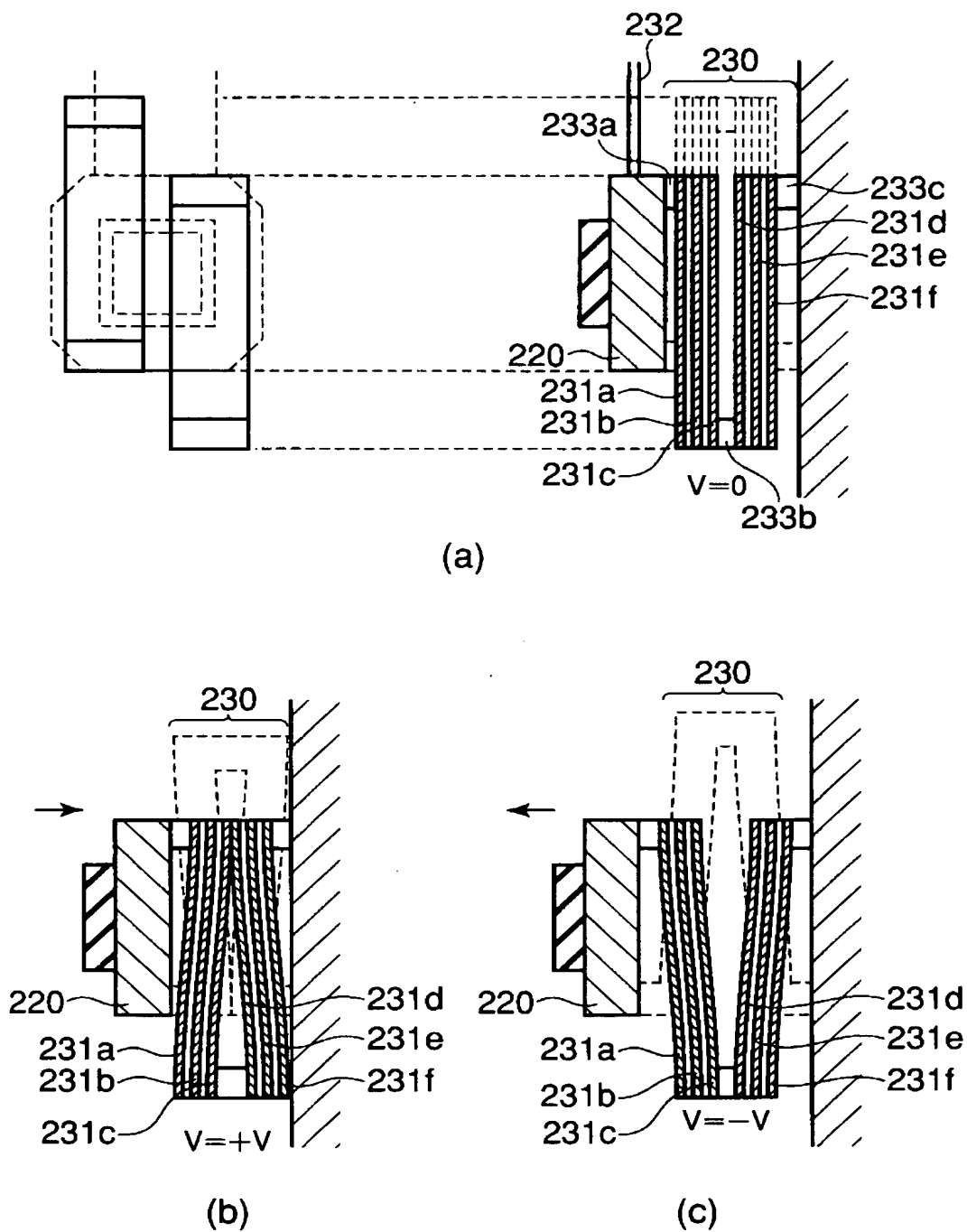
【図 12】



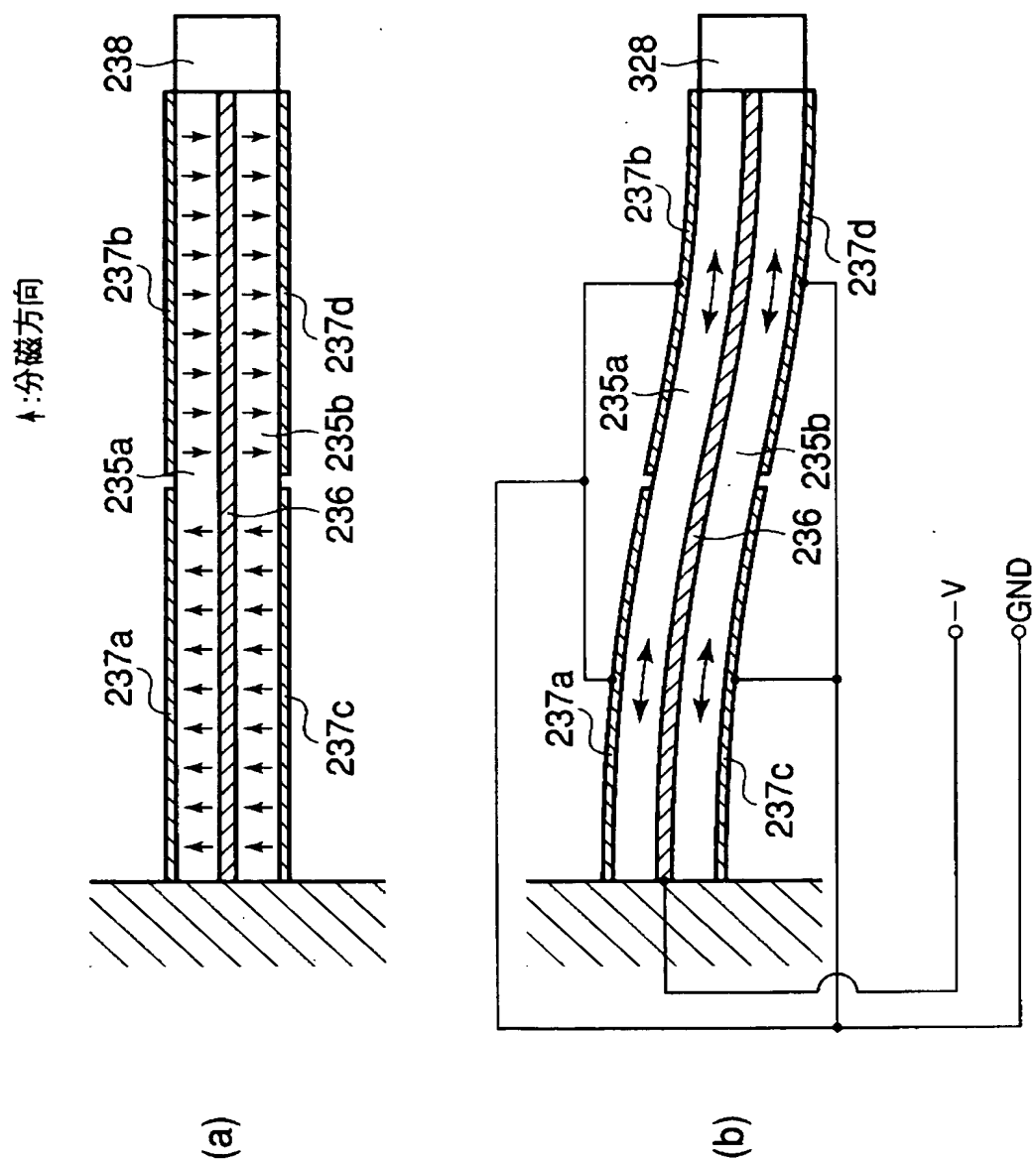
【図 13】



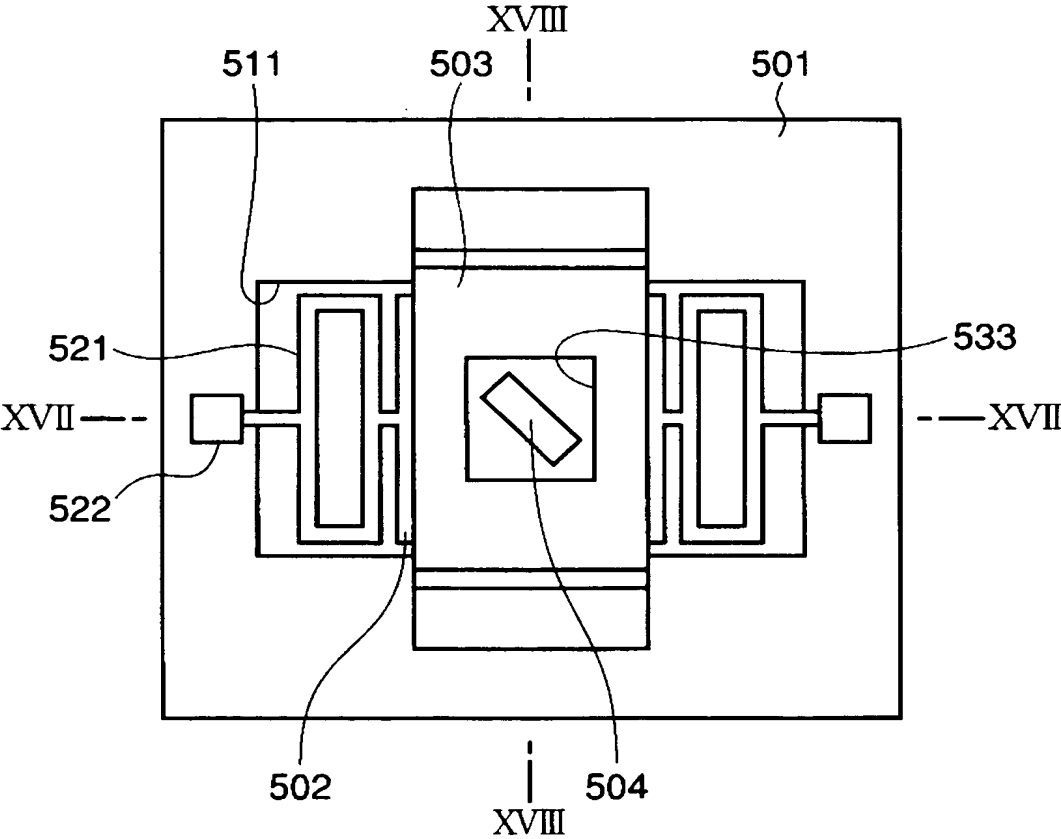
【図 14】



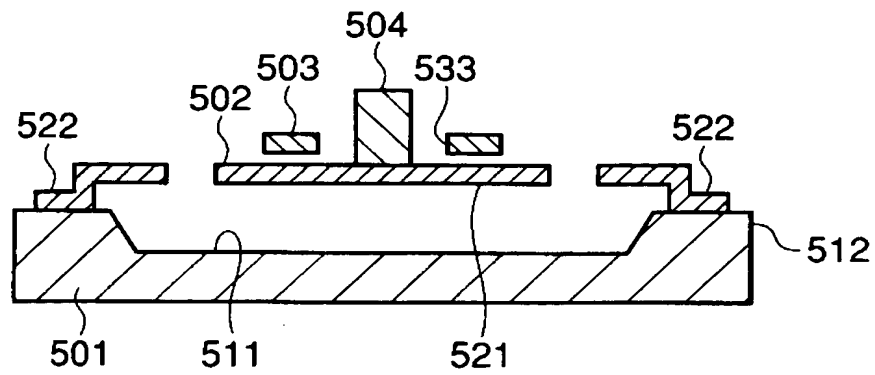
【図 15】



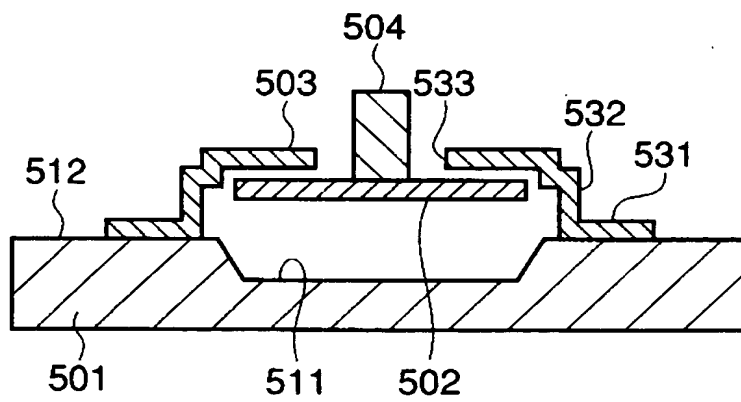
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 変位量と駆動信号の関係が良好な線形性を有するアクチュエータを提供する。

【解決手段】 電磁駆動型アクチュエータ 100 は、変位可能な可動板 112 を含む可動板素子 110 と、可動板素子 110 の両側に配置された一对の永久磁石 150 とから構成されている。可動板素子 110 は、平面 112a を有する可動板 112 と、可動板 112 の周囲に位置する支持枠 114 と、可動板 112 と支持枠 114 とを連結している八つのばね 116 とを有している。一对の永久磁石 150 は、可動板 112 の周囲の空間に、可動板 112 の平面 112a に平行な磁界を発生させる。可動板素子 110 は更に、それぞれのばね 116 と支持枠 114 と可動板 112 を通って延びている四つの配線群を有している。それらのうち、二つは x 軸に沿って延び、他の二つは y 軸に沿って延びている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 0 0 4 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 3 7 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

氏 名

オリンパス光学工業株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

氏 名

オリンパス株式会社